

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 195 01 760 A 1

51 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
B 60 T 8/32  
B 60 K 28/16

21 Aktenzeichen: 195 01 760.9  
22 Anmeldetag: 21. 1. 95  
43 Offenlegungstag: 25. 7. 96

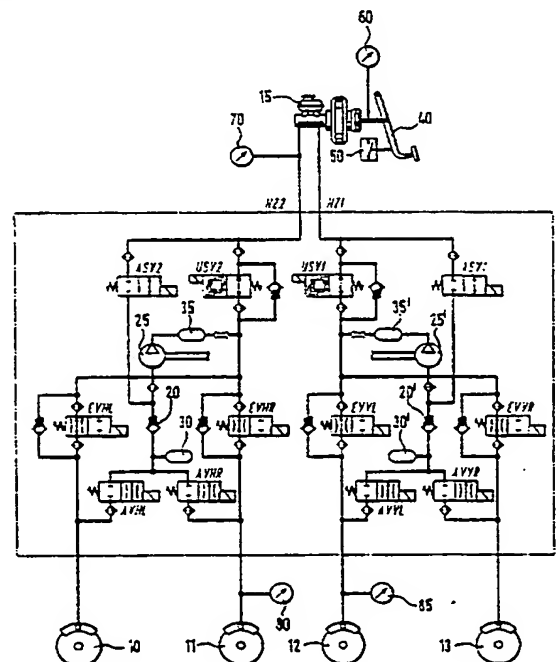
DE 195 01 760 A 1

71 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

72 Erfinder:  
Pueschel, Helmut, Dipl.-Ing., 71672 Marbach, DE;  
Schmidt, Guenther, Dipl.-Ing. Dr., 71732 Tamm, DE

54 Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung eines ABS/ASR-Systems

57 Es wird eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Steuerung eines ABS/ASR-Systems beschrieben, das eine Rückförderpumpe sowie wenigstens ein Ansaugventil (ASV) und wenigstens ein Umschaltventil (USV) umfaßt. Die Ansteuerung der Rückförderpumpe und/oder des Umschaltventils und/oder des Ansaugventils erfolgt wenigstens abhängig von einem Signal, das die Betätigung des Bremspedals repräsentiert.



DE 195 01 760 A 1

Die folgenden Angaben sind den v m Anm lder eingereichten Unt rlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 05. 98 802 030/217

16/25

## Beschreibung

## Stand der Technik

Ein solches Verfahren und eine solche Vorrichtung gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche ist beispielsweise aus der DE-OS 40 35 527 (US 5,205,623) bekannt. Das dort dargestellte System ist mit einem Hauptbremszylinder und einem nicht dargestellten Vakuum-Bremskraft-Verstärker ausgerüstet, der als Bremskraftverstärker dient. Vakuum-Bremskraft-Verstärker sind sehr teuer.

## Aufgabe der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Vakuum-Bremskraft-Verstärker ganz oder teilweise einzusparen. Diese Aufgabe wird durch die in den unabhängigen Ansprüchen gekennzeichneten Merkmale gelöst.

## Vorteile der Erfindung

Mit der erfindungsgemäßen Vorgehensweise ist es möglich, den Vakuum-Bremskraft-Verstärker ganz oder teilweise durch eine hydraulische Bremskraftverstärkung zu ersetzen. Dies wird dadurch erreicht, daß die Rückförderpumpe des ABS/ASR-Hydroaggregats in Abhängigkeit des Fahrerwunsches in den Radbremszylindern aktiv Druck aufbaut.

Vorteilhafte und zweckmäßige Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

## Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen erläutert. Es zeigen

Fig. 1 ein Blockdiagramm eines Bremssystems, Fig. 2 eine Steuereinheit zur Ansteuerung eines solchen Bremssystems, Fig. 3 ein Flußdiagramm zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens, Fig. 4 ein Diagramm, in dem der Zusammenhang zwischen verschiedenen Drucksignalen dargestellt ist, Fig. 5 ein Flußdiagramm zur Erkennung einer Panikbremsung, Fig. 6 ein Flußdiagramm zur Erkennung des Zustands Fading, Fig. 7 ein Flußdiagramm zur Verdeutlichung der Reaktion auf einen besonderen Betriebszustand und Figur verschiedene über der Zeit aufgetragene Signale.

## Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Fig. 1 sind die wesentlichen Elemente in Form eines Blockschaltbildes einer Bremsanlage mit Blockierschutzregelung (ABS) und einer Antriebsschlupfregelung (ASR) beschrieben. Jedem Rad des Fahrzeugs ist ein Radbremszylinder zugeordnet. Der Radbremszylinder des Rades hinten links ist mit 10, der des Rades hinten rechts mit 11, der des Rades vorne links mit 12 und der des Rades vorne rechts mit 13 bezeichnet.

Jeder dieser Radbremszylinder 10 bis 13 steht mit einem Auslaßventil (AV) sowie mit einem Einlaßventil (EV) in Verbindung. Das dem Radbremszylinder 10 zugeordnete Auslaßventil ist mit AVHL, das dem Radbremszylinder 11 zugeordnete Auslaßventil ist mit AVHR, das dem Radbremszylinder 12 zugeordnete Auslaßventil ist mit AVVL und das dem Radbremszylinder

der 13 zugeordnete Auslaßventil ist mit AVVR bezeichnet. Das dem Radbremszylinder 10 zugeordnete Einlaßventil ist mit EVHL, das dem Radbremszylinder 11 zugeordnete Einlaßventil ist mit EVHR, das dem Radbremszylinder 12 zugeordnete Einlaßventil ist mit EVVL und das dem Radbremszylinder 13 zugeordnete Einlaßventil ist mit EVVR bezeichnet.

Die Auslaßventile verbinden in ihrer durch Magneterregung herbeiführbaren Arbeitsstellung die Radbremszylinder über ein Rückschlagventil 20 mit einer Rückförderpumpe 25 bzw. 25'. In ihrer unerregten Grundstellung sperren sie diese Verbindung. In der Verbindung zwischen den Auslaßventilen und der Rückförderpumpe ist ein Niederdruckspeicher 30 angeschlossen.

Die Einlaßventile EV ermöglichen in ihrer unerregten Grundstellung einen ungehinderten Durchlaß zwischen den Radbremszylindern und den Umschaltventilen USV. In der durch Magneterregung herbeiführbaren Arbeitsstellung sperren die Einlaßventile EV diesen Durchlaß. Jeweils zwei Radbremszylindern ist ein Ansaugventil ASV1 bzw. ASV2 und ein Umschaltventil USV1 bzw. USV2 zugeordnet. Diese dienen zur Bereitstellung des Bremsversorgungsdruckes bei einer Antriebsschlupfregelung (ASR-Betrieb).

Das Umschaltventil USV ist in der Verbindungsleitung zwischen den Einlaßventilen EV und einem Bremsflüssigkeitsbehälter 15 angeordnet. Die Umschaltventile USV1 bzw. USV2 sind in ihrer unerregten Grundstellung geöffnet. Die Ansaugventile sind in der unerregten Grundstellung gesperrt. Die Ansaugventile ASV sind zwischen dem Bremsflüssigkeitsbehälter 15 und dem saugseitigen Anschluß der Rückförderpumpe und somit den Auslaßventilen verbunden.

Den Umschaltventilen USV ist ein Rückschlagventil mit zu den Einlaßventilen EV weisender Durchflußrichtung parallel geschaltet.

Zwischen dem druckseitigen Ausgang der Rückförderpumpe 25 bzw. 25' und den Umschaltventilen ist jeweils ein Dämpfer 35 bzw. 35' angeordnet.

Im Bereich eines Fahrpedals 40 ist ein Sensor 60 angeordnet, der ein Signal SpED bereitstellt, das den Fahrerwunsch anzeigt. Ferner ist ein Bremslichtschalter 50 vorgesehen, der bei einer Betätigung der Bremse die Bremslichter ansteuert.

In der Leitung zwischen dem Hauptbremszylinder 15 und den Umschaltventilen USV1 bzw. USV2 ist ein weiterer Sensor 70 angeordnet. Dieser Sensor 70 stellt ein Signal PHZ bereit, das den Druck im Hauptbremszylinder kennzeichnet.

Desweiteren können noch weitere Sensoren 80 und 85 vorgesehen sein, die in der Leitung zwischen den Auslaß- bzw. Einlaßventilen und den Radbremszylindern angeordnet sind, und ein Signal PRZ1 bzw. PRZ2 bereitstellen, das den Druck in den Radbremszylindern kennzeichnet.

Je nach Ausführungsform können nur ein bzw. mehrere der Sensoren 60, 70, 80 oder 85 vorgesehen sein.

Die Funktionsweise dieser Anordnung ist beispielsweise in der DE-OS 40 35 527 (US-A 5,205,623) beschrieben.

Im Normalbetrieb befinden sich die Magnetventile in ihrer unerregten Grundstellung. Bei Betätigung des Bremspedals durch den Fahrer fließt die Bremsflüssigkeit durch das Umschaltventil und die Einlaßventile in die jeweiligen Radbremszylinder. Wird eine Blockierung eines Rades erkannt, so wird das entsprechende Einlaßventil in seine Sperrstellung gebracht und das

entsprechende Auslaßventil AV in seiner Arbeitsstellung. In dieser Stellung wird durch die Rückförderpumpe Bremsflüssigkeit aus diesem Radbremszylinder abgesaugt.

Im ASR-Betrieb werden die Ansaugventile ASV und die Umschaltventile USV in ihrer Arbeitsstellung gebracht und die Rückförderpumpen aktiviert. Dadurch wird in den Radbremszylindern solange Druck aufgebaut, solange sich die Einlaß- und die Auslaßventile in ihrer Grundstellung befinden.

Befindet sich das Einlaßventil EV und das Auslaßventil AV in ihrer Grundstellung, so wird im Radbremszylinder Druck aufgebaut. Befindet sich das Einlaßventil in seiner Arbeitsstellung und das Auslaßventil in seiner Ruhestellung, verbleibt der Druck im Radbremszylinder auf einem konstanten Wert. Befindet sich das Auslaßventil AV und das Einlaßventil EV in ihrer Arbeitsstellung, so wird im Radbremszylinder Druck abgebaut.

In Fig. 2 ist mit 200 eine Steuereinrichtung bezeichnet, die die Signale der verschiedenen Sensoren erfaßt und ausgehend von diesen Signalen abhängig beispielsweise vom Fahrerwunsch Ansteuersignale zur Beaufschlagung der Einlaßventile EV, der Auslaßventile AV, der Rückförderpumpe bzw. Rückförderpumpen 25, 25' der Umschaltventile USV1, USV2 und der Ansaugventile ASV1, ASV2 ansteuert.

Diese Einrichtung arbeitet, wie in dem in Fig. 3 dargestellten Flußdiagramm. Im Schritt 300 wird eine Betätigung des Bremspedals durch den Fahrer erkannt. Dies kann beispielsweise durch Auswerten den Bremslichtschalters 50 erfolgen. Anschließend überprüft die Abfrage 310, ob die Betätigung des Bremspedals ein bestimmtes Maß überschreitet. In dem im folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiel ist ein Sensor 70 vorgesehen, der den Druck im Hauptbremszylinder erfaßt. Ist der Druck PHZ im Hauptbremszylinder 15 kleiner als ein Schwellwert S1, so kehrt das Programm zurück zum Schritt 300. Beim nächsten Programmdurchlauf wird der Wert des Drucksignals PHZ erneut gemessen und es erfolgt erneut die Abfrage 310. Vorzugsweise wird das Drucksignal PHZ mit einer Abtastrate, die kleiner als eine ms ist, erfaßt.

Erkennt die Abfrage 310, daß der Druck PHZ größer oder gleich dem Schwellwert S1 ist, so folgt der Schritt 320, in dem die Änderung PA des Drucks PHZ ermittelt wird. Hierzu wird die Änderung des Druckes APHZ durch die Zeitspanne AT seit der letzten Druckerfassung dividiert.

Anschließend überprüft die Abfrage 330, ob der Betrag der Änderung des Drucks PA größer als ein zweiter Schwellwert S2 ist. Ist dies nicht der Fall, so wird in Schritt 340 erkannt, daß der Fahrer keine Druckänderung wünscht. Dies bedeutet, im Schritt 340 erfolgt die Ansteuerung der Rückförderpumpen und der Ventile so, daß sich der Zustand Druckhalten einstellt.

Erkennt die Abfrage 330 dagegen, daß der Betrag PA der Druckänderung größer als der Schwellwert S2 ist, so erfolgt die Abfrage 350. Die Abfrage 350 erkennt, ob die Druckänderung größer 0 oder kleiner 0 ist. Bei einer Druckänderung, die größer 0 ist, wird auf Druck erhöhen und bei einer Änderung die kleiner 0 ist, auf Druck abbauen erkannt.

Im Schritt 360 erfolgt die Ansteuerung der Rückförderpumpen und der Ventile so, daß sich der Zustand Druckabbauen einstellt. Dadurch wird der Druck PRZ im Radbremszylinder um einen bestimmten Betrag P- verringert. Im Schritt 370 erfolgt die Ansteuerung der Rückförderpumpen und der Ventile so, daß sich der

Zustand Druckaufbauen einstellt. Dadurch wird der Druck PRZ im Radbremszylinder um einen bestimmten Betrag P+ erhöht.

Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß anstelle des Drucksensors 70 ein Sensor 60 verwendet wird, der die Betätigung des Bremspedals 40 unmittelbar erfaßt. Ein solcher Sensor 60 kann z. B. den Pedalweg bzw. den Weg des Kolbens zur Betätigung des Hauptbremszylinders oder eine entsprechende Größe erfassen.

Entsprechend werden dann im Flußdiagramm gemäß Fig. 3 die Signale SPED des Sensors 60 statt der Signale HZ des Sensors 70 verarbeitet.

Als weitere Ausführungsform kann vorgesehen sein, daß sowohl ein Sensor 60, der den Pedalweg unmittelbar erfaßt als auch ein Sensor 70, der den Druck im Hauptbremszylinder erfaßt, vorgesehen sind.

Alternativ zur Abfrage 310 kann auch vorgesehen sein, daß überprüft wird, ob der Bremslichtschalter 50 eine Betätigung des Bremspedals erkennt.

Bei überschreiten einer definierten Schwelle des Drucks PHZ im Hauptbremszylinder wird die hydraulische Verstärkung durch das Hydroaggregat aktiviert und der Druck in den Radbremszylindern durch geeignete Ansteuerung der Rückförderpumpe und der Ventile aufgebaut.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn diese Anordnung mit einem herkömmlichen Vakuum-Bremskraft-Verstärker kombiniert wird.

Dabei kann dann vorgesehen sein, daß die Verstärkung durch das Hydroaggregat lediglich in einem bestimmten Druckbereich erfolgt. Unterhalb einer bestimmten Druckschwelle, die vorzugsweise bei 30 bar liegt, wirkt dann der herkömmliche Bremskraftverstärker alleine.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn sich ein in Fig. 4 dargestellter Zusammenhang zwischen dem Druck PHZ im Hauptbremszylinder und dem Druck PRZ im Radbremszylinder ergibt. Mit einer gestrichelten Linie ist der Verlauf ohne Bremskraftverstärker aufgezeichnet. Mit einer durchgezogenen Linie ist der Zusammenhang mit Bremskraftverstärkung aufgetragen. Für Drücke im Hauptbremszylinder, die kleiner sind als der Schwellwert S1, steigt der Druck PRZ im Radbremszylinder langsam an. Bei Erreichen der Schwelle S1 steigt der Druck PRZ im Radbremszylinder sehr schnell an. Die Steigung des Anstiegs ist abhängig davon, um welchen Betrag P- bzw. P+ der Druck PRZ in den Schritten 360 bzw. 370 verringert bzw. erhöht wird.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Wert P+ bzw. P-, um den der Druck PRZ erhöht bzw. erniedrigt wird, proportional zu der Druckänderung PA im Hauptbremszylinder ist.

Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung ergibt sich, wenn zusätzliche Sensoren 80 bzw. 85 vorgesehen sind, die den Druck PRZ in den Radbremszylindern erfassen. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, daß das Erreichen der Zielwerte für die Drücke in den Radbremszylinder kontrolliert werden. Dadurch kann vorgesehen sein, daß in den Schritten 340, 360 und 370 ein Sollwert für den Druck PRZ vorgegeben wird, wobei jeweils der neue Druckwert aus dem vorhergehenden Druckwert durch Erhöhen bzw. Erniedrigen um einen bestimmten Wert ermittelbar ist. Durch Vergleich des Sollwertes für den Druck im Radbremszylinder mit dem tatsächlich gemessenen Wert des Drucks im Radbremszylinder kann eine Regelung des Drucks im Radbremszylinder erzielt werden.

Diese Ausgestaltung ist in Fig. 3 gestrichelt dargestellt. Anschließend an die Abfragen 340, 360 und 370 überprüft die Abfrage 380, ob der von den Sensoren 80 bzw. 85 gemessene Druck PRZI in den Radbremszylindern dem Sollwert PRZS für den Druck in den Radbremszylindern entspricht. Ist dies der Fall, so folgt erneut die Abfrage 310. Ist dies nicht der Fall, so werden abhängig von dem Vorzeichen der Abweichung von dem Ist- und dem Sollwert im Schritt 385 die Magnetventile bzw. die Rückförderpumpe im Sinne einer Druckerhöhung bzw. einer Druckerniedrigung angesteuert.

Eine sich anschließende Abfrage 390 überprüft, ob der Zähler Z Werte annimmt, die größer als ein Schwellwert S3 sind. Ist dies nicht der Fall, so erfolgt erneut die Abfrage 380.

Im Anschluß an die Schritte 340, 360 und 370 wird ein Zähler im Schritt 375 auf 0 gesetzt.

Erkennt die Abfrage 390 daß der Schwellwert überschritten ist, daß also zu viele Regelvorgänge durchgeführt wurden, so wird im Schritt 395 auf Fehler erkannt. Durch Überprüfen des tatsächlichen Drucks PRZI im Radbremszylinder kann in vorteilhafter Weise eine Kreisausfallerkennung realisiert werden. Treten beispielsweise Dampfblasen in einem der Radbremszylinder auf, so wird durch die weitere Druckerhöhung im Schritt 385 eine entsprechende Gegenmaßnahme eingeleitet. Ein ungenügender Druckaufbau in einem Hauptbremszylinderkreis kann durch aktiven Druckaufbau mit der Rückförderpumpe korrigiert werden.

Liegen beim Bremsen nicht plausible Drucksignale vor, dies bedeutet, daß die Abfrage 380 erkennt, daß der Sollwert PRZS und der Istwert PRZI für den Druck im Radbremszylinder nicht übereinstimmen, so werden die Magnetventile und die Rückförderpumpe im Sinne eines Druckaufbaus angesteuert. Bei einem Defekt beispielsweise eines Leckes im Hydraulikbereich, erfolgt auch nach mehrfach wiederholtem Ansteuerung der Rückförderpumpe und der Ventile im Sinne eines Druckaufbaus keine Änderung des gemessenen Drucks PRZI. Dies wird mittels der Abfrage 350 im Schritt 395 erkannt. Ist der mangelnde Druckaufbau auf Dampfblasen im Hauptbremszylinderkreis zurückzuführen, so kann dies durch den weiteren Druckaufbau in dem Schritt 385 kompensiert werden. Liegt ein Leck vor, so wird dies im Schritt 395 erkannt und gegebenenfalls dem Fahrer angezeigt.

Durch Verwendung zweier Sensoren 80 und 85 und zweier Rückförderpumpen 25 und 25' ist es möglich, daß durch unterschiedliche Vorgabe von Druckerhöhung, unterschiedliche Bremskraftverteilungen in den zwei Bremskreisen realisiert werden können.

Um Druck zu halten, Druck aufzubauen oder um Druck abzubauen, sind verschiedene Varianten der Ansteuerung der einzelnen Elemente möglich. Bei einer ersten Ausführungsform ist vorgesehen, daß der Druck wie folgt aufgebaut wird. Die Rückförderpumpe 25 bzw. 25' wird so angesteuert, daß sie fördert. Ferner werden die Ansaugventile ASV derart angesteuert, daß sie öffnen. Die Umschaltventile USV werden derart angesteuert, daß sie schließen. Bei dieser Art der Ansteuerung ist die Verbindung zwischen den Radbremszylindern und dem Hauptbremszylinder 15 unterbunden. Die Rückförderpumpe 25 fördert die Hydraulikflüssigkeit über die Einlaßventile in die Radbremszylinder, dies führt dort zu einem Druckaufbau.

Der Zustand Druck halten wird wie folgt realisiert. Der Pumpenmotor wird abgeschaltet, die Ansaugventi-

le werden derart angesteuert, daß sie schließen und die Umschaltventile werden derart angesteuert, daß sie geschlossen bleiben. Dies führt dazu, daß durch die Rückförderpumpe kein weiterer Druckaufbau erfolgt. Der Druck verbleibt auf seinem konstanten Wert.

Um den Druck PRZ im Radbremszylinder abzubauen, werden die Elemente wie folgt angesteuert. Der Pumpenmotor bleibt abgeschaltet. Das Ansaugventil ASV bleibt geschlossen. Das Umschaltventil USV wird so angesteuert, daß die Druckdifferenz zwischen dem Druck PRZ und dem Druck PHZ zu einem quasi stetigen Volumenrückfluß aus den Radbremszylindern zum Hauptbremszylinder führt. Dies kann beispielsweise dadurch realisiert werden, daß das Umschaltventil USV pulsweitenmoduliert angesteuert wird. Dies ermöglicht den Abfluß der Hydraulikflüssigkeit aus den Radbremszylindern zum Hauptbremszylinder. Beispielsweise wird bei einer Taktzeit von 10 ms das Umschaltventil für 1 bis 5 ms geöffnet.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn aus Komfortgründen das Umschaltventil USV1 und das Umschaltventil USV2 zeitversetzt angesteuert werden.

Wird der Schwellwert S1 in der Abfrage 310 unterschritten, so wird der Pumpenmotor in seinen abgeschalteten Zustand gebracht, die Absaugventile ASV derart angesteuert, daß sie schließen und die Umschaltventile USV derart angesteuert, daß sie den Durchfluß freigeben. Besonders vorteilhaft ist es, wenn dies Abfrage 310 mit einer Hysterese behaftet ist. Dies bedeutet, daß der Schwellwert S1 zwei Werte annimmt. Der Schwellwert, bei dem der Pumpenmotor eingeschaltet wird ist höher als der Wert, bei dem der Pumpenmotor abgeschaltet wird.

Bei einer zweiten Ausführungsform ist vorgesehen, daß beim Druckaufbau entsprechend wie bei der Ausführungsform 1 vorgegangen wird. Im Unterschied zur Ausführungsform 1 wird die Rückförderpumpe beim Zustand Druckhalten und dem Zustand Druckabbauen nicht abgeschaltet. Entsprechend bleiben auch das Ansaugventile ASV in ihrer geöffneten Stellung.

Die Zustände Druckhalten und Druckabbau werden allein durch Ansteuern der Umschaltventile USV realisiert. Durch Wahl des Tastverhältnisses zur Ansteuerung der Umschaltventile USV können die Zustände Druck halten und Druck abbauen realisiert werden. Durch Verlängern der Zeiten, in denen das Umschaltventil USV den Durchfluß freigibt, kann der Zustand Druck halten bzw. Druckabbau erreicht werden.

Bei einer dritten Ausführungsform wird wie folgt vorgegangen. Um einen Druckaufbau zu realisieren, wird entsprechend wie in Ausführungsform 1 vorgegangen. Dabei wird der Pumpenmotor die Rückförderpumpe entsprechend dem Fahrerwunsch bzw. entsprechend der Verstärkerkennlinie gemäß Fig. 4 derart angesteuert, daß er eine bestimmte Solldrehzahl erreicht. Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Pumpenmotor auf eine vorgebbare Solldrehzahl geregelt wird. Die Ansaugventile werden derart angesteuert, daß sie öffnen. Die Ansteuerung der Umschaltventil USV erfolgt derart, daß sie schließen.

Der Zustand Druckaufbau unterscheidet sich hier von der ersten Ausführungsform dadurch, daß die Rückförderpumpe abhängig vom Fahrerwunsch angesteuert wird, dadurch lassen sich unterschiedliche Verstärkerkennlinien bzw. unterschiedliche Pedalcharakteristiken realisieren.

Im Zustand Druckhalten wird die Rückförderpumpe abgeschaltet, die Umschaltventile USV werden derart

angesteuert, daß sie schließen. Die Ansteuerung der Ansaugventile ASV erfolgt derart, daß sie öffnen. Dabei muß die Rückförderpumpe 25 bzw. 25' derart ausgestaltet sein, daß kein Fluß von den Radbremszylindern über die Einlaßventile, die Rückförderpumpe und die Ansaugventile ASV möglich ist.

Um den Druck im Radbremszylinder abzubauen, wird wie folgt vorgegangen. Die Ansaugventile ASV werden derart angesteuert, daß sie schließen, entsprechend erfolgt die Ansteuerung der Umschaltventile USV. Gleichzeitig werden die Einlaßventile EV so angesteuert, daß sie ebenfalls schließen. Die Ansteuerung der Auslaßventile AV erfolgt getaktet so, daß der Druckabbau nach einer vorgebbaren Kennlinie erfolgt. Die Rückförderpumpe von 20, 25' saugt damit die Bremsflüssigkeit aus den Radbremszylindern über die Auslaßventile AV ab und bewirkt somit abhängig vom Tastverhältnis einen Druckabbau. Bei Unterschreiten der Schwelle S1 werden die Ventile wieder in ihren Ursprungszustand zurückversetzt. Besonders vorteilhaft ist es, wenn eine Hysterese vorgesehen ist. Dies bedeutet, daß der Schwellwert S1 zwei Werte annimmt. Der Schwellwert bei dem die Ventile im Sinne eines Druckaufbaus angesteuert werden, ist höher als der Wert, bei dem die Ventile in ihren Ursprungszustand versetzt werden.

Verschiedene Ausführungsformen zur Erkennung, ob ein Druckauf-, abbau oder ein Druckhalten gewünscht wird, sowie die Ausführungsformen wie die Zustände Druckhalten, Druckabbau zu realisieren sind, lassen sich beliebig miteinander kombinieren. Entsprechend können auch die verschiedenen Ausführungsformen zur Realisierung der Zustände Druckhalten, Druckabbau und Druckaufbau miteinander kombiniert werden.

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ergeben sich die Vorteile, daß der Vakuum-Verstärker entfallen kann. Dies bietet erhebliche Kostenvorteile. Desweiteren kann der Platz des Vakuum-Verstärkers eingespart werden. Mit der erfindungsgemäßen Einrichtung ergibt sich ein Sicherheitsvorteil, da ein Defekt sicher erkannt wird und bei Auftreten von Dampfblasen automatisch ein aktiver Druckaufbau zur Beseitigung dieser erfolgt. Desweiteren ist es möglich, unterschiedliche Bremskräfte zwischen Vorder- und Hinterachse bei Fahrzeugen mit Zweikreis-Bremssystemen zu erzielen.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die erfindungsgemäße Vorgehensweise zur Unterstützung des herkömmlichen Bremskraftverstärkers eingesetzt wird. Besonders vorteilhaft ist es, wenn mittels obiger Vorgehensweise in bestimmten Betriebszuständen zusätzlich Druck in den Radbremszylindern aufgebaut wird.

So ist es besonders vorteilhaft, wenn das Verhältnis PHZ/PRZ, das der Steigung der Kennlinie in Fig. 4 entspricht, abhängig von bestimmten Betriebszuständen vorgebar ist. Beispielsweise ist es möglich, bei Erkennung des Fahrerwunsches "Panikbremsung" zusätzlich zum Vakuum-Bremskraft-Verstärker eine zusätzliche Bremskrafterhöhung durchzuführen, und in den Radbremszylindern aktiv Druck aufzubauen. Vorzugsweise erfolgt dies bis die ABS-Regelung an allen Rädern einsetzt. Dadurch kann eine Verkürzung des Bremswegs in kritischen Verkehrssituationen und unzureichender Pedalkraft der Fahrers erzielt werden. Entsprechend kann bei Erkennen eines Nachlassens des Reibwertes zwischen Bremsbelägen und Bremscheiben, das als Fading bezeichnet wird, vorgegangen werden.

Ein Betriebszustand, der als "Panikbremsung" bezeichnet werden kann läßt sich wie in Fig. 5 dargestellt

erkennen. In einem ersten Schritt 400 erfaßt der Sensor 70 den Druck PHZ im Hauptbremszylinder. Der sich anschließende Schritt 405 ermittelt die Druckänderung PA entsprechend wie in Schritt 320 in Fig. 3.

Die Abfrage 410 überprüft, ob der Betrag der Druckänderung PA größer als ein Schwellwert SP ist. Ist dies nicht der Fall, so folgt Schritt 400. Ist der Betrag der Druckänderung PA größer als der Schwellwert SP, so überprüft die Abfrage 415, ob die Änderung PA positiv ist, das heißt daß der Druck ansteigt. Ist dies nicht der Fall, so folgt Schritt 400.

Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung ergibt sich dadurch, daß sich an die Abfrage 405 bzw. die Abfrage 410 eine der Abfrage 310 entsprechende weitere Abfrage anschließt. Das bedeutet eine Panikbremsung wird erst erkannt, wenn die Betätigung des Bremspedals ein vorgebares Maß übersteigt.

Bei einem vorgebbaren Druckanstieg erfolgen dann noch verschiedenen Plausibilitätsabfragen, die nicht alle zwingend notwendig sind. Die Abfrage 420 prüft, ob eine Betätigung des Bremslichtschalters 50 vorliegt, die Abfrage 425 überprüft, ob die ABS-Regelung aktiv ist. Die Abfrage 430 erkennt, ob die Geschwindigkeit V des Fahrzeugs größer als Null bzw. als ein Schwellwert ist. Die Abfrage 435 überprüft, ob das ABS-System ordnungsgemäß arbeitet, das heißt das kein Fehlersignal FE vorliegt. Sind diese Bedingungen alle erfüllt, wird in Schritt 440 der sogenannte Bremsassistent aktiviert. Falls eine der Bedingungen nicht vorliegt, so folgt Schritt 400.

Der Betriebszustand, der als Fading bezeichnet wird, läßt sich wie in Fig. 6 dargestellt erkennen. In einem ersten Schritt 600 erfaßt der Sensor 70 den Druck PHZ im Hauptbremszylinder.

Die Abfrage 610 überprüft, ob der Druck PHZ größer als ein Schwellwert SF ist. Ist dies nicht der Fall, so folgt Schritt 600. Der Schwellwert SF entspricht einem Druck im Hauptbremszylinder, der bei Normalbedingungen, das heißt bei trockener griffiger Fahrbahn zu einer ABS-Regelung führt.

Anschließend erfolgen verschiedene Plausibilitätsabfragen. Die Abfrage 420 prüft, ob eine Betätigung des Bremslichtschalters 50 vorliegt, die Abfrage 425 überprüft, ob die ABS-Regelung aktiv ist. Die Abfrage 430 überprüft, ob die Geschwindigkeit V des Fahrzeugs größer als Null bzw. als ein Schwellwert ist. Die Abfrage 435 erkennt, ob das ABS-System ordnungsgemäß arbeitet, das heißt das kein Fehlersignal FE vorliegt. Sind diese Bedingungen alle erfüllt wird in Schritt 440 der sogenannte Bremsassistent aktiviert. Besonders vorteilhaft ist es wenn zusätzlich eine Warneinrichtung aktiviert wird, die das Fading dem Fahrer anzeigt. Falls eine der Bedingungen nicht vorliegt, so folgt Schritt 600.

Wird ein Fading erkannt, so wird der Druck im Radbremszylinder erhöht. Vorzugsweise wird der Druck PRZ in den Radbremszylindern stufenweise erhöht, bis an allen Rädern die ABS-Regelung einsetzt, oder eine maximal zulässige vorgebbare Druckdifferenz zwischen dem Druck im Radbremszylinder und dem Druck im Hauptbremszylinder erreicht ist.

Der Bremsassistent, der in Schritt 440 aktiviert wird, kann beispielsweise, wie im Flußdiagramm gemäß Fig. 7 dargestellt, realisiert sein. Im Schritt 700 werden die Rückförderpumpe 25, die Umschaltventile USV und die Ansaugventile ASV im Sinne einer Druckerhöhung angesteuert. Dies erfolgt beispielsweise derart, daß die Umschaltventile USV geschlossen und das Ansaugventil geöffnet und die Rückförderpumpe in Betrieb gesetzt

wird.

Anschließend wird in Schritt 710 ein Zeitzähler TAU auf Null gesetzt. Dieser Zähler ermittelt die Zeitspanne innerhalb der ein Druckaufbau erfolgt. Die sich anschließende Abfrage 720 überprüft, ob Zeitdauer TAU des Druckaufbaus einen vorgebbaren Schwellwert SZ überschreitet. Ist dies nicht der Fall, so folgt Schritt 725. Der Zähler TAU wird dort erhöht. Dies bedeutet er wird um einen festen Wert erhöht, der der Zeitspanne eines Programmzyklus bzw. der Zeitdauer eines Druckaufbaus entspricht.

Anschließend überprüft die Abfrage 730, ob die ABS-Regelung aktiv geworden ist. Ist dies nicht der Fall, so folgt Schritt 725. Erkennt die Abfrage 720, daß die Zeitschwelle SZ überschritten ist, bzw. erkannte die Abfrage 730, daß die ABS-Regelung aktiv ist, so werden in Schritt 740 die Ansaugventile ASV, der Art angesteuert, daß sie schließen.

Anschließend überprüft die Abfrage 750, ob die ABS-Regelung aktiv geworden ist. Ist dies der Fall, so fragt die Abfrage 760 ab, ob der Druck PHZ im Hauptbremszylinder unter einen Schwellwert SB abgefallen ist. Diese Abfrage erkennt, daß der Fahrer das Fahrpedal nicht mehr betätigt bzw. daß der Fahrer das Bremspedal mit deutlich geringerer Kraft betätigt. Das heißt der Fahrer wünscht eine deutlich geringer Bremskraft, dies hat einen verringerten Druck im Hauptbremszylinder zur Folge. Ist dies nicht der Fall, so wird die ABS-Regelung eingeleitet. Abhängig von dem Ergebnis der Abfrage 761 werden in Schritt 762 die Auslaßventile AV und die Einlaßventile EV, so angesteuert daß der Druck im Radbremszylinder abgebaut, im Schritt 763 gehalten und im Schritt 764 aufgebaut wird.

Erkennt die Abfrage 750, daß die ABS-Regelung nicht aktiv geworden ist, so folgt die Abfrage 770. Diese überprüft entsprechend der Abfrage 760, ob der Druck PHZ im Hauptbremszylinder unter einen Schwellwert SB abgefallen ist. Erkennt eine der Abfragen 770 oder 760, daß der Fahrer das Fahrpedal nicht mehr betätigt, so folgt Schritt 775, in dem der Zähler TAB, der die Abbauezeit zählt, zu Null gesetzt wird.

Im sich anschließenden Schritt 780 erfolgt der Druckabbau in den Radbremszylindern. Hierzu werden die Auslaßventile AV derart angesteuert, daß sie öffnen und die Einlaßventile EV derart, daß sie schließen. Anschließend in Schritt 785 wird der Zähler TAB um einen solchen Wert erhöht, der dem Zeitraum des Druckabbaus durch die Ansteuerung im Schritt 780 entspricht. Die sich anschließende Abfrage 790 überprüft, ob die Zeitdauer TAB größer als die Zeitdauer TAU ist. Ist dies nicht der Fall so folgt ein weiterer Druckabbau im Schritt 780.

Ist die Zeitdauer TAB größer als die Zeitdauer TAU, dies bedeutet der in der Druckaufbauphase erhöhte Druck in den Radbremszylindern ist wieder abgebaut, folgt Schritt 795. Durch entsprechende Ansteuerung der Auslaßventile, der Einlaßventile, der Umschaltventile und der Rückförderpumpe 25 wird der ursprüngliche Zustand vor der Druckerhöhung hergestellt.

Bei einer besonders vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß vor der Abfrage 790 überprüft wird, ob der Fahrer das Bremspedal wieder stärker betätigt, das heißt es wird beispielsweise überprüft, ob der Druck PHZ größer als ein vorgebbarer Schwellwert ist. Ist dies der Fall, das heißt der Fahrer wünscht wieder einen höheren Bremsdruck, so setzt das Programm unmittelbar mit Schritt 795 fort.

Eine weitere Weiterbildung der Erfindung liegt darin,

daß im Verlauf des Druckaufbaus überprüft wird, ob der Fahrer eine kleinere Bremskraft wünscht. Dies kann beispielsweise dadurch realisiert werden, daß erst dann ein weiterer Druckaufbau erfolgt, wenn im Anschluß an den Block 725 bzw. die Abfrage 730 eine Abfrage erfolgt, die den Abfragen 770 bzw. 760 entspricht. Erkennt diese Abfrage, daß der Fahrer eine deutlich geringere Bremskraft wünscht, so wird das Ansaugventil ASV derart angesteuert, daß es schließt. Anschließend folgt dann Schritt 775.

Mit einer solchen Vorgehensweise läßt sich ein in Fig. 8 dargestellter Verlauf des Drucks erzielen. Über der Zeit  $t$  ist der Druck PRZ in den Radbremszylindern und der Druck PHZ im Hauptbremszylinder aufgetragen. Zum Zeitpunkt T0 betätigt der Fahrer die Bremse. Dies bewirkt, daß der Druck im Radbremszylinder und im Hauptbremszylinder ansteigt. Zum Zeitpunkt T1 übersteigt die Änderung PA des Drucks PHZ ihren Schwellwert. Der Druck PRZ steigt weiter an. Der Druck PHZ steigt nur auf einen niederen Wert an. Zum Zeitpunkt T2 wird die ABS-Regelung aktiv. Zum Zeitpunkt T3 unterschreitet der Druck PHZ im Hauptbremszylinder seinen Schwellwert SB, der anzeigt, daß der Fahrer die Bremse nicht mehr betätigt bzw. eine deutlich geringere Bremskraft wünscht. Ab diesem Zeitpunkt fällt der Druck PRZ auf Null ab. Während des Zeitraums zwischen T2 und T3 ist die ABS-Regelung aktiv.

Dadurch daß die Umschaltventile USV erst geöffnet werden, wenn der Druck in den Radbremszylindern auf den Wert des Drucks im Hauptbremszylinder abgebaut ist, kann verhindert werden, daß sich eine Rückwirkung auf das Bremspedal einstellt.

Die zusätzliche Bremskraft bei der Panikbremsung bzw. bei erkanntem Fading kann ohne zusätzliche Hardware-Komponenten erzielt werden. Diese Vorgehensweise ist also sehr kostengünstig und benötigt keinen zusätzlichen Bauraum. Ferner sind mit einer solchen Einrichtung höhere Bremsdrücke als mit einem Vakuum-Bremskraft-Verstärker erzielbar.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines ABS/ASR-Systems, das eine Rückförderpumpe sowie wenigstens ein Ansaugventils (ASV) und wenigstens ein Umschaltventil (USV) umfaßt, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ansteuerung der Rückförderpumpe und/oder des Umschaltventils und/oder des Ansaugventils wenigstens abhängig von einem Signal erfolgt, das die Betätigung des Bremspedals repräsentiert.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Signal, das die Betätigung des Bremspedals repräsentiert, mit einem Sensor erfaßbar ist, der den Bremspedalweg und/oder die Bremspedalgeschwindigkeit anzeigt und/oder der einen Druckwert erfaßt, der dem Druck in einem Hauptbremszylinder entspricht.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß abhängig von dem Signal, das die Betätigung des Bremspedals repräsentiert, ein Zustand Druckaufbau, ein Zustand Druckabbau und/oder ein Zustand Druckhalten vorgebar ist.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Zustand Druckaufbau vorgebar ist, wenn der Druck (PHZ) und/oder eine Druckänderung (PA) im Hauptbremszylinder einen



Schwellwert übersteigt.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Zustand Druckaufbau vor-  
gebbar ist, wenn der Druck (PHZ) im Hauptbrems-  
zylinder und ein Druck (PRZ) in einem Radbrems-  
zylinder unplausible Werte annehmen und/oder eine  
positive Druckänderung (PA) vorliegt und/oder  
ein besonderer Betriebszustand erkannt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der besondere Betriebszustand er-  
kannt wird, wenn die Druckänderung (PA) im  
Hauptbremszylinder größer als ein Schwellwert  
(SP) ist und wenigstens eine weitere Plausibilitäts-  
bedingung erfüllt ist und oder wenn der Druck  
(PHZ) im Hauptbremszylinder größer als ein  
Schwellwert (SF) ist und wenigstens eine weitere  
Plausibilitätsbedingung erfüllt ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß im Zustand Druck-  
aufbau das Ansaugventil (ASV) so angesteuert  
wird, daß es seinen geöffneten Zustand annimmt,  
das Umschaltventil (USV) so angesteuert wird, daß  
es seinen geschlossenen Zustand annimmt und die  
Rückförderpumpe so angesteuert wird, daß sie för-  
dert.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 7, daß  
im Zustand Druckhalten das Ansaugventil (ASV) so  
angesteuert wird, daß es seinen geschlossenen Zu-  
stand annimmt, das Umschaltventil (USV) so ange-  
steuert wird, daß es seinen geschlossenen Zustand  
annimmt und die Rückförderpumpe so angesteuert  
wird, daß sie nicht fördert.

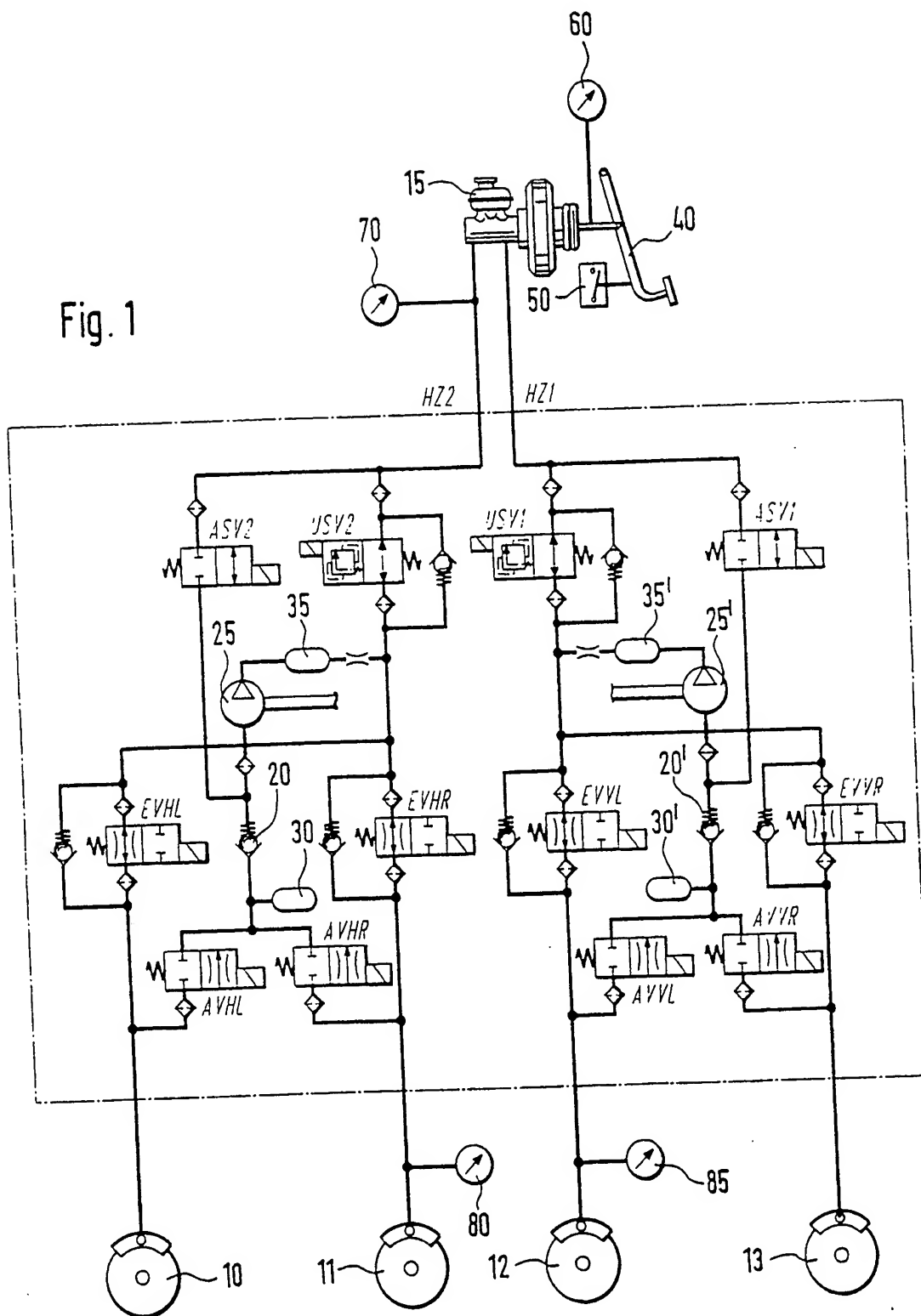
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 8, daß  
im Zustand Druckabbau und/oder im Zustand  
Druckhalten das Umschaltventil getaktet ansteuer-  
bar ist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 9,  
daß im Zustand Druckabbau und/oder im Zustand  
Druckhalten ein Auslaßventil (AV) getaktet ansteu-  
erbar ist.

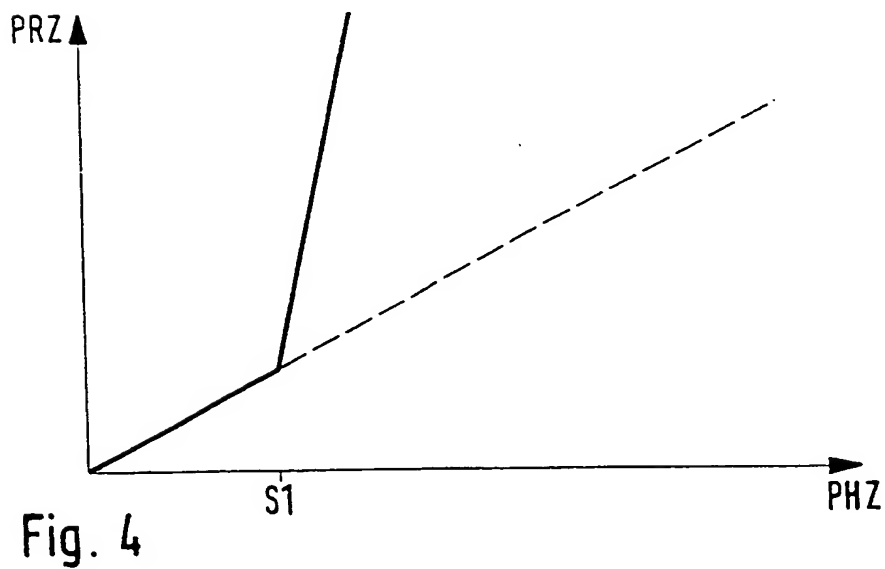
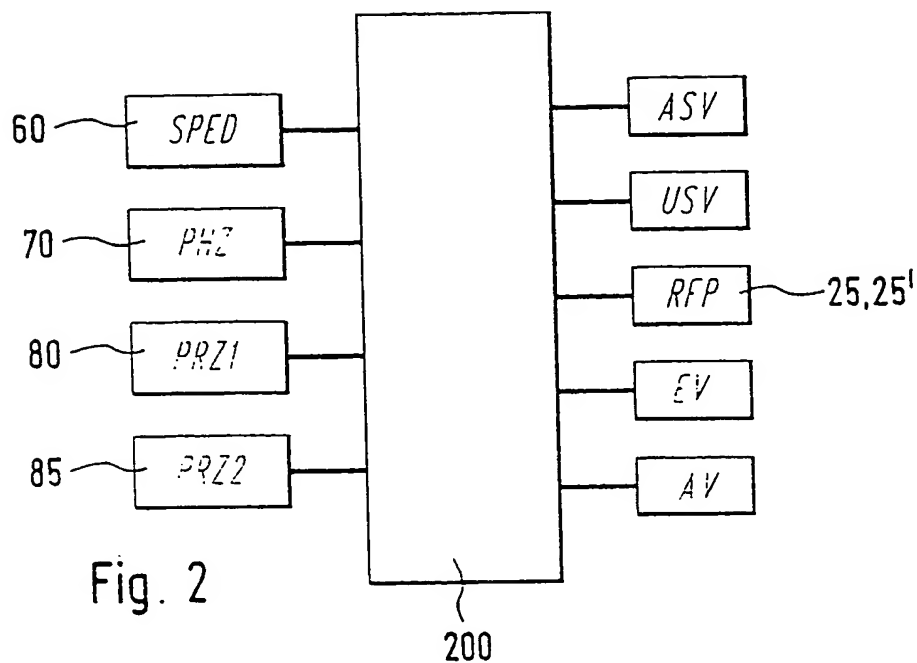
11. Vorrichtung zur Steuerung eines ABS/ASR-Sy-  
stems, das eine Rückförderpumpe sowie wenig-  
stens ein Ansaugventil (ASV) und wenigstens ein  
Umschaltventil (USV) umfaßt, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß Mittel vorgesehen sind, die die Rück-  
förderpumpe und/oder das Umschaltventil und/  
oder das Ansaugventil wenigstens abhängig von  
einem Signal ansteuern, das die Betätigung des  
Bremspedals repräsentiert.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1







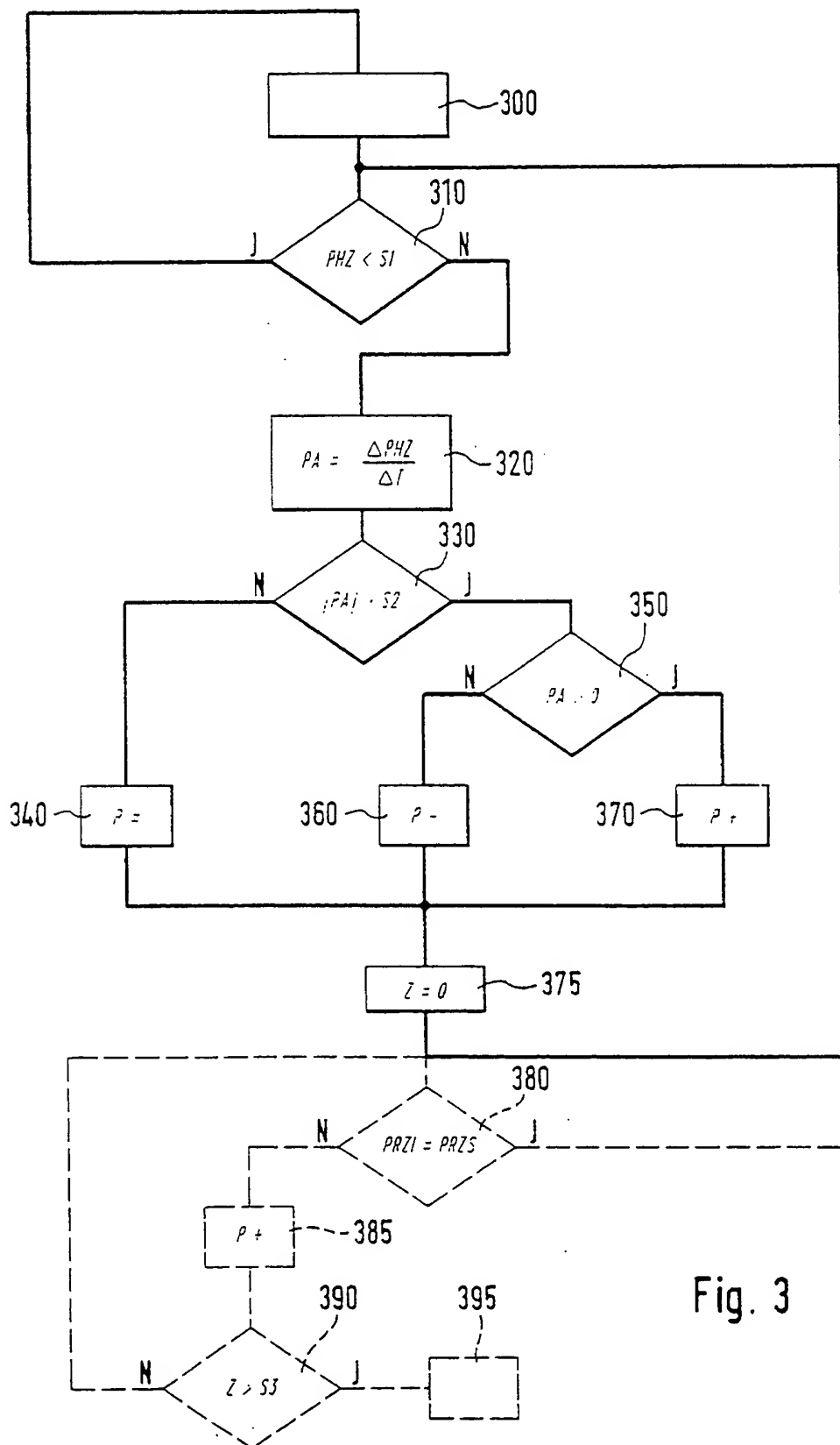
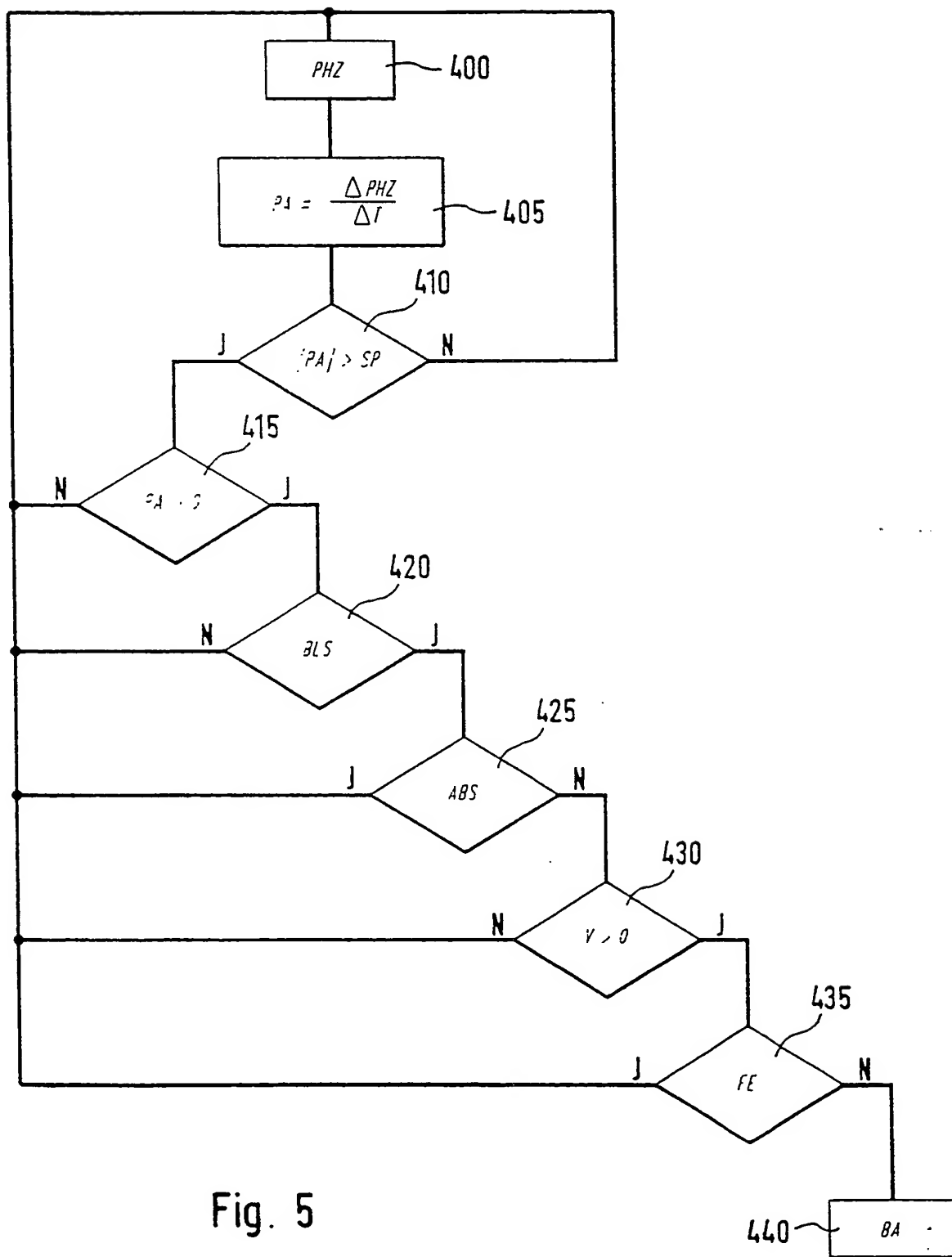


Fig. 3



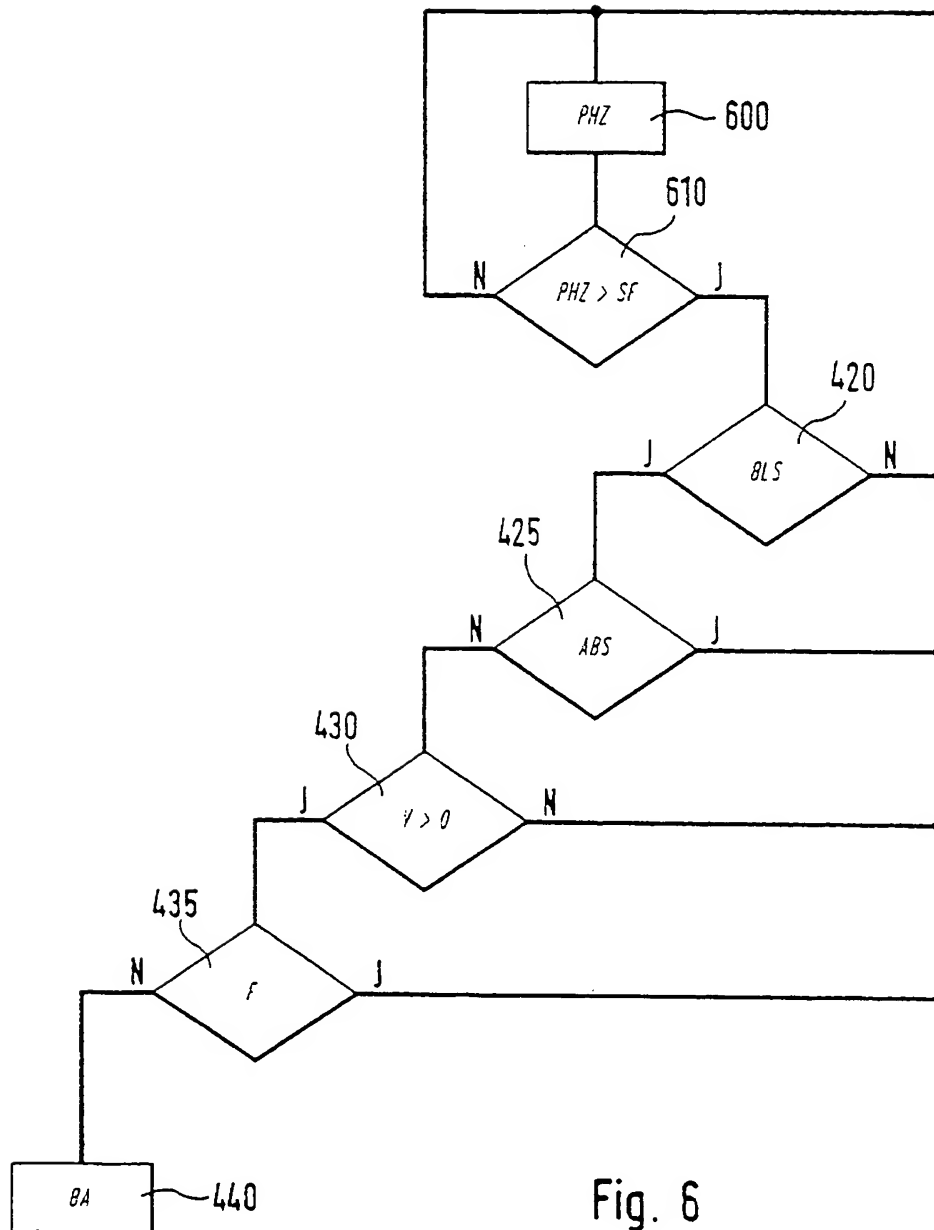


Fig. 6

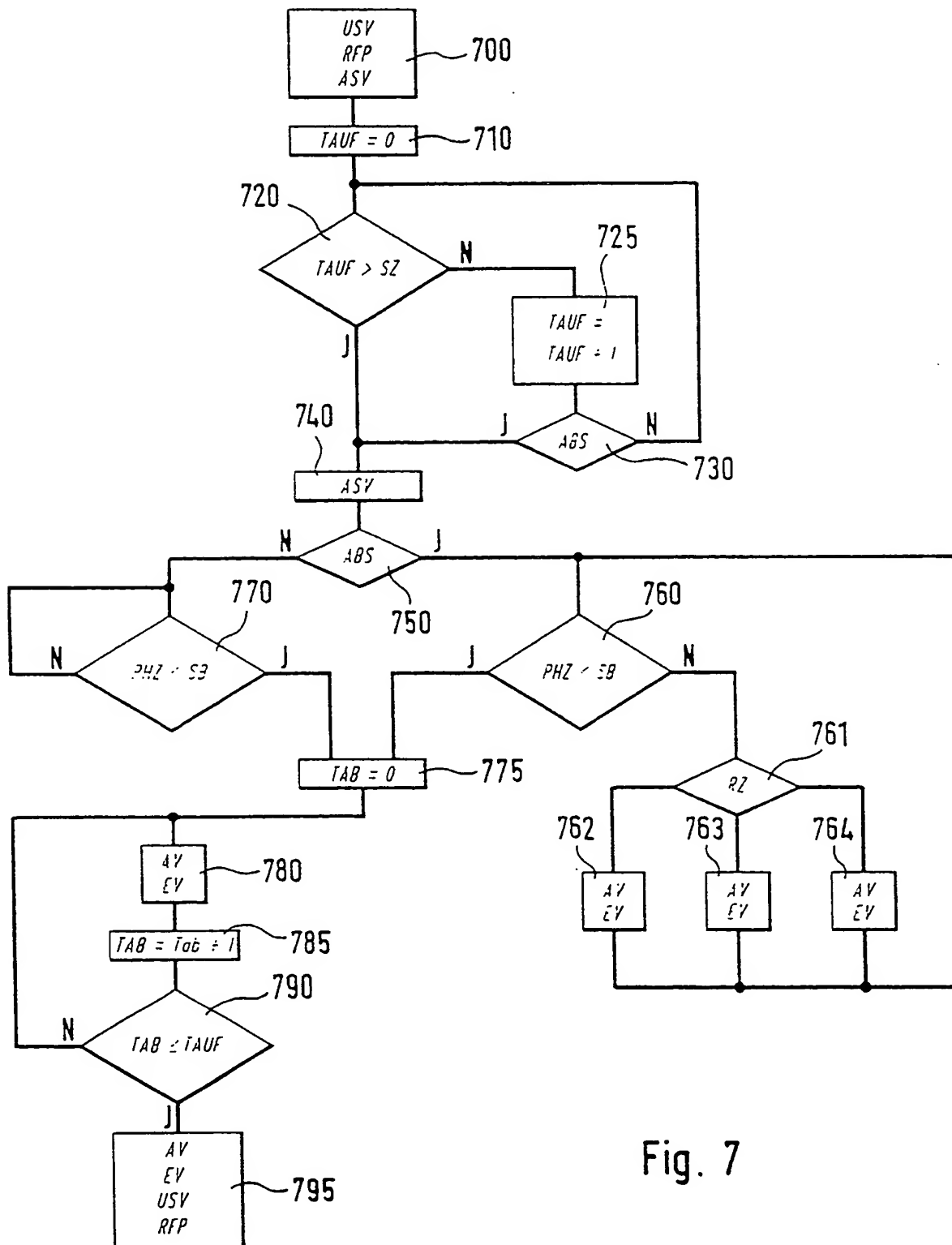


Fig. 7

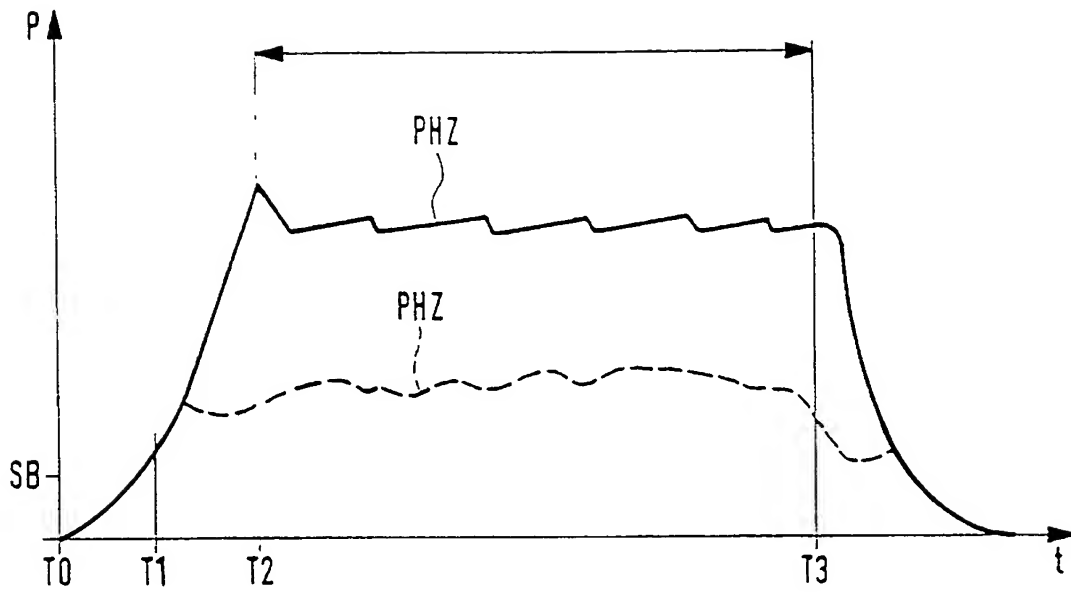


Fig. 8